

PAT-NO: JP404077686A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04077686 A  
TITLE: MAGNETIC FIELD MEASUREMENT METHOD AND ITS DEVICE  
PUBN-DATE: March 11, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUMA, KUNIOKI	
IMAZAKI, KAZUO	
ISHII, SHINYA	
KURIBAYASHI, SHIZUMA	
YAMANAKA, TOSHIYUKI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUMA KUNIOKI	N/A
IMAZAKI KAZUO	N/A
mitsubishi heavy ind ltd	N/A

APPL-NO: JP02190711  
APPL-DATE: July 20, 1990

INT-CL (IPC): G01R033/028 , H01S003/30 , H05H007/04

US-CL-CURRENT: 324/260

ABSTRACT:

PURPOSE: To exactly make magnetic field measurement possible without restriction of the array direction of magnets by non-contact measuring the displacement of a wire deforming by force acting upon the wire from a magnetic field.

CONSTITUTION: When a very fine metal wire 1 which is composed of copper alloy is used and the pulse of a current value of 10&Gt;A at 10&Gt;μs is allowed to flow, the displacement of about 100&Gt;μm

produces. Since a wave form corresponding to the displacement of x and y directions on the display scope of an oscillograph 8 is shown, a magnetic field can be measured from its wave height value. If the displacement of the x and y directions of the wire is periodically measured at a point in the outside of an Wibra magnetic field, the magnetic field distributed in the direction of the z axis can be measured in the form of a displacement distribution of a transversal wave of the wire.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-77686

⑤ Int. Cl.<sup>9</sup>  
 G 01 R 33/028  
 // H 01 S 3/30  
 H 05 H 7/04

識別記号

A

庁内整理番号

8203-2G  
 7630-4M  
 9014-2G

⑬ 公開 平成4年(1992)3月11日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭ 発明の名称 磁場計測方法及び装置

⑮ 特 願 平2-190711

⑯ 出 願 平2(1990)7月20日

⑰ 発 明 者 三 間 関 興 大阪府高槻市奥天神町1-15-30  
 ⑰ 発 明 者 今 崎 一 夫 大阪府箕面市栗生間谷東7丁目23-21  
 ⑰ 発 明 者 石 井 伸 也 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式  
 会社高砂研究所内  
 ⑰ 発 明 者 栗 林 志 頭 真 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式  
 会社高砂研究所内  
 ⑰ 出 願 人 三 間 関 興 大阪府高槻市奥天神町1-15-30  
 ⑰ 出 願 人 今 崎 一 夫 大阪府箕面市栗生間谷東7丁目23-21  
 ⑰ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号  
 ⑰ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外3名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

磁場計測方法及び装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 磁場中に張設された金属ワイヤに電流パルスを通電することによって生じる金属ワイヤの変位から磁場を計測することを特徴とした磁場計測方法。

(2) 磁場中に張設された金属ワイヤと、

この金属ワイヤの張力を調節する調節機構と、  
 上記金属ワイヤに電流パルスを通電する電流パルス源と、

この電流パルス源によって通電された電流パルスにより生じる上記金属ワイヤの変位を検知する変位検知手段と、

この変位検知手段で得られた検知信号、上記調節機構による金属ワイヤの張力、上記金属ワイヤの線密度、上記電流パルス源による電流パルスの電流値から磁場を計測する計測手段と  
 を具備したことを特徴とする磁場計測装置。

## 3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、自由電子レーザのウィグラヤシンクロトロン放射施設のアンジュレータの磁場に適用される磁場計測方法及び装置に関する。

[従来の技術]

第2図に従来の磁場計測装置の一例を示す。同図において、10は磁場を発生させるウィグラまたはアンジュレータと呼ばれる磁石列、11は磁場を検知するホール素子などの磁気センサ、12は磁気センサ11を保持し、これを磁石列10の列方向に対して平行移動させるトラバース装置である。

[発明が解決しようとする課題]

ウィグラヤアンジュレータの磁場は、複数の磁石を並べた磁石列により構成されるが、磁石列を構成する個々の磁石はそれぞれに強さや磁場の方向が微妙に異なり、それらの組合せ精度によって全体の磁場の分布は複雑な3次元分布を有する。

従来では、第2図に示したようにホール素子な

どの磁気センサ11を移動させて磁場を計測していた。そのため、磁気センサ11にクロストークを生じ、正確に磁場を3次元計測することは困難である。

また、磁気センサ11自体の大きさが磁場計測精度に制限を与え、小さな磁場を計測することはできなかった。

さらに、磁場を構成する磁石の組合せ方法によっては、磁気センサ11を磁場のZ軸方向、すなわち、第2図における磁石の配列方向への移動計測が困難な場合も発生する。

本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ウィグラやアンジュレータ等の磁場を正確に、且つ、磁石の配列方向に制限されることなく計測可能な磁場計測方法及び装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段及び作用〕

前記の問題点を解決するために、本発明に係る磁場計測装置は、ウィグラやアンジュレータの磁場内に張設した極細金属ワイヤに電流パルスを流

し、磁場から上記ワイヤに作用する力で変形するワイヤの変位を非接触で計測することにより、間接的に磁場を計測するようにしたもので、磁石の配列方向等に制限されることなく磁場を正確に計測できる。

〔実施例〕

以下図面を参照して本発明の一実施例を説明する。

第1図は本発明の一実施例に係る磁場計測装置の構成を示すものである。図中、1は複数の磁石を配列してなる一対の磁石列10により構成されるウィグラ内の磁場中に張設された極細金属ワイヤである。この極細金属ワイヤ1は、重力によるたわみと伝播の分散性の影響により、降伏応力が大きく、密度と弾性率と直径の小さいものが必要であり、この点から材料としては銅、タングステン、マグネシウム合金、銅合金等が考えられ、ワイヤの直径は10[μm]～30[μm]が推奨される。

しかして、極細金属ワイヤ1は一対のブリッジ

2、2間に張設され、極細金属ワイヤ1の両端それぞれにはおもり3、3が接続されてその張力が調整される。この張力は、ワイヤ1の重力によるたわみ量を小さくするため、比張力がその材料の降伏応力に近い値となるように調整される。

極細金属ワイヤ1に対して、電流パルス源4から電流パルスが流される。ワイヤ1はこの電流パルスにより磁場から力を受け、軸に直交する方向への横波の変位を発生する。この横波の変位量が、x方向変位センサ5及びy方向変位センサ6によって検知され、アンプ7、7を介して適宜増幅率でそれぞれ増幅された後、オシログラフ8で表示される。

以下に上記一実施例の動作について説明する。

上記のような構成にあって、ウィグラ内の磁場  $B = (B_x(x, y, z), B_y(x, y, z), 0)$  ... (1) の中に線密度  $\rho$  [kg/m] の極細金属ワイヤを張力  $T$  [N] で張設し、そのワイヤ1に電流パルス源4から電流パルス  $I$  を流すと、磁場がワイヤ1に力を作用させる。この力は、ワイヤ1を瞬時に

変形させ、その変形はワイヤの横波の伝播速度  $c = \sqrt{T/\rho}$  [m/s]

で両方向へ伝播する。変形が小さいならば、線形の横波の理論から、x方向とy方向のワイヤ1の変位はそれぞれ、

$$x = (1/2c^2\rho) \int_0^t \left[ \int_0^t B_y(Z_0) dZ_0 \right] dZ, \quad \dots (2)$$

$$y = (1/2c^2\rho) \int_0^t \left[ \int_0^t B_x(Z_0) dZ_0 \right] dZ, \quad \dots (3)$$

で計算できる。したがって、ワイヤの変位  $x$ 、 $y$  が計測できれば、磁場  $B = (B_x, B_y, 0)$  が間接的に計測できることになる。

例えば、極細金属ワイヤ1として直径が25[μm]の銅合金によるものを用い、その張力  $T$  [N] を降伏応力に近い値で張設し、このワイヤ1に10[μs]で10[A]の電流値のパルス流すと、約100[μm]の変位を生じる。

この変位量をx方向変位センサ5、y方向変位

センサ6でそれぞれ検知し、アンプ7、7を介して適宜増幅率でそれぞれ増幅させた後、オシログラフ8で表示させる。オシログラフ8の表示画面には、x方向、y方向それぞれの変位量に応じた波形が表示されるため、その波高値から磁場を計測することが可能となるものである。

このように、ウィグラやアンジュレータ等の磁場内に張設された極細金属ワイヤ1に流れる電流パルスに磁場が力を作用させるため、ウィグラ磁場の外のある1点でワイヤのx、y方向の変位を適宜時間間隔で周期的に計測すれば、Z軸方向へ分布する磁場 $B = (B_x, B_y, 0)$ がワイヤ1の横波の変位分布という形で計測することができる。

また、上述したようにワイヤ1のx、y方向の変位を適宜時間間隔で周期的に計測することにより、ウィグラやアンジュレータの傾きの影響や、平面ウィグラにおける電子ビームの収束のために付加した磁場によって発生するウィグラ周期の成分よりも低い周波数成分を持つ電子ビームのベ-

クトロン運動の効果なども計測することが可能となる。

#### 〔発明の効果〕

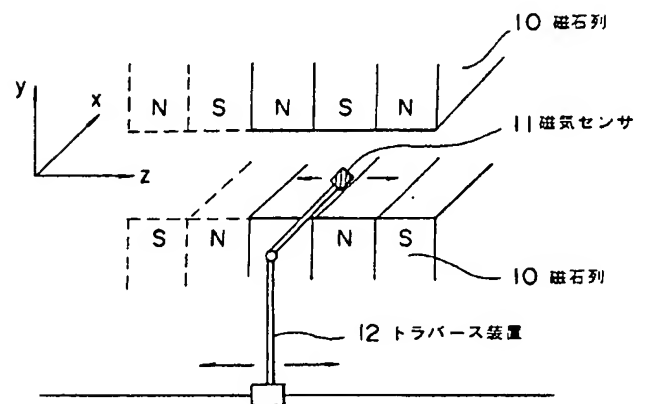
以上詳記した如く本発明によれば、ウィグラやアンジュレータの磁場内に張設した極細金属ワイヤに電流パルスを通し、磁場から上記ワイヤに作用する力で変形するワイヤの変位を非接触で計測することにより、間接的に磁場を計測するようにしたので、ウィグラやアンジュレータ等の磁場を正確に、且つ、磁石の配列方向に制限されることなく計測可能な磁場計測方法及び装置を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例に係る構成を示す図、第2図は従来のウィグラ磁場計測装置の構成を示す図である。

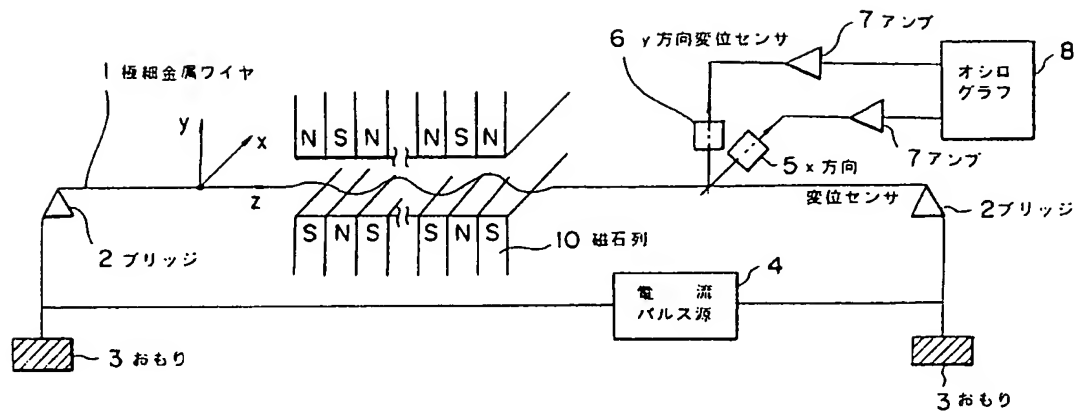
1…極細金属ワイヤ、2…ブリッジ、3…おもり、4…電流パルス源、5…x方向変位センサ、6…y方向変位センサ、7…アンプ、8…オシログラフ、10…磁石列、11…磁気センサ、

12…トラバース装置。



出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

第2図



第 1 図

第1頁の続き

⑫発 明 者 山 中 敏 行 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内